

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual professional practice in the company

2020

Matyáš Drápala

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student:

Matyáš Drápala

Studijní program:

B0713A060005 Elektroenergetika

Téma:

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ČEZ Distribuce, a.s.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

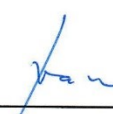
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Datum zadání: 01.09.2019

Datum odevzdání: 30.04.2020




prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry


prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 15. května 2020


podpis studenta

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat všem pracovníkům se kterými jsem měl možnost pracovat při mé odborné praxi v ČEZ Distribuce a. s.. Vysvětlili mi vždy postup práce dané problematiky a ochotně poskytli důležité zkušenosti a informace k realizaci mé práce. Jmenovitě bych chtěl poděkovat Ing. Pavlu Zagorskému a Ing. Aleši Hlaváčovi za odborný dohled, a vedoucímu bakalářské práce doc. Dr. Ing. Zdenku Medvecovi.

Abstrakt

Tato bakalářská práce obsahuje popis pracovních činností, kterých jsem se zúčastnil během odborné individuální praxe v ČEZ Distribuce a. s.. Jedná se o činnosti v rámci údržby, kontroly a diagnostiky elektrických zařízení na elektrických stanicích v distribuční soustavě, ale i zkoušení pracovních pomůcek a lokalizace poruchy na kabelovém vedení.

Klíčová slova

Údržba, diagnostika, elektrická stanice, zkoušení, kontrola

Abstract

This bachelor thesis contains a description of work activities that I participated in during professional individual practice in ČEZ Distribuce a.s.. These are activities within the scope of maintenance, inspection and diagnostics of electrical equipment at electrical stations in the distribution network, as well as testing of work aids and fault localization on cable line.

Key Words

Maintenance, diagnostics, power station, testing, inspection

OBSAH

1	Úvod.....	1
2	Popis odborného zaměření firmy, ČEZ Distribuce, a.s.	2
3	Zvolený postup řešení zadaných úloh.....	3
3.1	Řád preventivní údržby	3
3.2	Zajištění a odjištění pracoviště na rozvodně.....	4
3.3	Příkaz B.....	5
3.4	ŘPÚ přípojnicového odpojovače vn	7
3.5	ŘPÚ máloolejového výkonového vypínače.....	9
3.6	ŘPÚ Pole rozvaděče vn	11
3.7	Kontrola elektrické stanice dle ŘPÚ	12
3.8	Kontrola a evidence OOPP.....	14
3.9	Proškolení zaměstnance cizí organizace.....	15
3.10	Údržba zkratovacích souprav	16
3.11	Diagnostika vakuového vypínače	19
	3.11.1 Vakuový vypínač typu VD4 ABB	19
	3.11.2 Diagnostika	21
	3.11.3 Údržbová diagnostika vypínače VD4	22
	3.11.4 Jednotlivá měření provedené na vypínači:	22
4	Oddělení Elektrické sítě Ostrava	27
4.1	Vysokonapět'ová zkušebna	27
	4.1.1 Periodická zkouška dielektrických izolačních rukavic.....	27
	4.1.2 Periodická zkouška napět'ové zkoušečky vn.....	29
4.2	Měřicí vůz	31
5	Závěr:	34
6	Použitá Literatura:.....	35

Seznam Ilustrací

<i>Obrázek 1. Logo ČEZ Distribuce, a.s. [12]</i>	2
<i>Obrázek 2. Příklad Příkazu B</i>	6
<i>Obrázek 3. Příklad schématu k Příkazu B</i>	6
<i>Obrázek 4. Připojení ZS nad vypínač</i>	7
<i>Obrázek 5. Připojení ZS na přípojnici</i>	8
<i>Obrázek 6. Měření přechodového odporu na vypínači HL6-9</i>	10
<i>Obrázek 7. Stav počítadla vypínače HL6-9</i>	10
<i>Obrázek 8. Zapojení ZS na svorkách rozvaděče</i>	11
<i>Obrázek 9. Druhá strana rozvaděče s měřicími transformátory</i>	12
<i>Obrázek 10. Zapouzdřená rozvodna 110 kV</i>	13
<i>Obrázek 11. Osobní ochranné pracovní pomůcky umístěné v rozvodně</i>	14
<i>Obrázek 12. Bezpečnostní tabulky umístěné v rozvodně</i>	15
<i>Obrázek 13. Příklad školicího protokolu</i>	16
<i>Obrázek 14. Zapojení svorek z MOM 690 na ZS</i>	17
<i>Obrázek 15. Měřicí přístroj MOM 690</i>	18
<i>Obrázek 16. Vakuový vypínač typu VD4</i>	19
<i>Obrázek 17. Detail mechanismu VD4</i>	20
<i>Obrázek 18. Měřicí přístroj Vidar [16]</i>	22
<i>Obrázek 19. Měřicí přístroj MJOLNER 200</i>	23
<i>Obrázek 20. Připevnění rotačního snímače na mechanismus</i>	24
<i>Obrázek 21. Příklad vypínací charakteristiky z přístroje TM1800</i>	25
<i>Obrázek 22. Zaznamenané křivky vibrací při operaci VYP na displeji přístroje TM 1800</i>	25
<i>Obrázek 23. Umístění mikrofonů na přívodech vypínače</i>	26
<i>Obrázek 24. Samolepící značka periodické zkoušky [9]</i>	27
<i>Obrázek 25. Zkušební uspořádání dielektrické rukavice</i>	28
<i>Obrázek 26. Ovládací stůl pro měření dielektrických rukavic</i>	29
<i>Obrázek 27. Zkušební uspořádání pro izolační zkoušku [9]</i>	30
<i>Obrázek 28. Zkušební uspořádání pro zkoušku prahového napětí [9]</i>	31
<i>Obrázek 29. Srovnávání poruchové a referenční křivky na centrálním ovládacím displeji</i>	32
<i>Obrázek 30. DigiPHONE+</i>	33
<i>Obrázek 31. Práce s DigiPHONE+</i>	33

Seznam Tabulek

<i>Tabulka 1. Naměřené hodnoty na odpojovači</i>	<i>8</i>
<i>Tabulka 2. Naměřené hodnoty na jednotlivých fázích vypínače</i>	<i>10</i>
<i>Tabulka 3. Maximalní jednotkový odpor pro různé průřezy [9]</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 4. Naměřené a přepočtené hodnoty jednotlivých ZS</i>	<i>18</i>
<i>Tabulka 5. Štítek vypínače VD4</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 6. Kritéria pro hodnocení naměřených hodnot</i>	<i>21</i>
<i>Tabulka 7. Naměřené hodnoty přechodového odporu na jednotlivých fázích</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 8. Naměřené hodnoty spínacích časů</i>	<i>24</i>
<i>Tabulka 9. Zkušební napětí a unikající proud pro jednotlivé třídy rukavic [9]</i>	<i>27</i>
<i>Tabulka 10. Izolační vzdálenost pro jednotlivé třídy rukavic [9]</i>	<i>28</i>

Seznam použitých zkratek a symbolů

A	ampér
BSP	Budova společných rozvodů
ČEZ	České energetické závody
MOM	Microohmmetr
OOPP	osobní ochranné pracovní pomůcky
PPN	Práce pod napětím
SF6	Fluorid sírový
VYP	vypnutí
ZAP	zapnutí
ZPK	záznam o provedené kontrole
ZS	Zkratovací souprava

°C	Celsius
$\mu\Omega$	mikroohm
a.s.	akciová společnost
G Ω	Gigaohm
kV	kilovolt
mm	milimetr
mV	milivolt
m Ω	miliohm
s	sekunda
vn	vysoké napětí
vvn	velmi vysoké napětí
zvn	zvlášť vysoké napětí
Ω	ohm

I	Proud	[A]
R	Odpor	[Ω]
U	Napětí	[V]
ΔU	Úbytek napětí	[V]

1 Úvod

Jako bakalářskou práci jsem si vybral absolvování individuální odborné praxe ve společnosti ČEZ Distribuce a. s.. Ve své práci rozebírám činnosti prováděné pro bezpečný a spolehlivý chod distribuční sítě. Jedná se zejména o činnosti řádu preventivní údržby a zkoušení elektrických zařízení, které prodlužují jejich životnost, případně predikují možnou poruchu. Tyto práce jsou nezbytné pro udržení řádné dodávky elektrické energie. Vezmeme-li v potaz že v dnešní době je zcela zásadní spolehlivá dodávka elektrické energie, bez které by se neobešlo jakékoli odvětví.

V první části mé práce popisuji odborné zaměření firmy ČEZ Distribuce a.s. a její pole působnosti v ČR. Při postupu řešení zvolených úloh, jsem nejprve v první části objasnil základní pojmy jako je řád preventivní kontroly, zajištění pracoviště a Příkaz B. Následně popisuji pracovní postupy jednotlivých úloh. V závěru rozebírám teoretické a praktické znalosti získané během studia uplatněné v průběhu praxe. A naopak znalost, která mi scházela.

2 Popis odborného zaměření firmy, ČEZ Distribuce, a.s.

ČEZ Distribuce, a. s., je držitelem licence na distribuci elektřiny a ve smyslu energetického zákona č. 458/2000 Sb., je provozovatelem distribuční soustavy. Spadá do koncernu řízeného společnostmi ČEZ, a. s..

Tato akciová společnost byla založena v roce 2010 spojením a její působnost v české republice je na území krajů Olomouckého, Karlovarského, Moravskoslezského, Ústeckého, Středočeského, Libereckého, Královéhradeckého, Pardubického, Plzeňského, Ústeckého a částečně v kraji Zlínském a Vysočina. Cílem společnosti je zajišťovat plně funkční roli výkonného správce majetku distribuční soustavy, jejíž provoz řídí pomocí technického dispečinku. Provoz a údržba distribuční soustavy je zajišťován v kvalitě náležitých standardů a nároků řádu preventivní údržby.

Předpokladem k naplňování podnikatelského záměru a poslání společnosti je bohatá tradice a know-how převzaté z dřívějších regionálních energetických společností a podporované odpovídajícím technickým i personálním zázemím. [1]

Základní předmět činností prováděné ČEZ Distribuce, a. s.

- Odstraňování poruch distribuční soustavy
- Provozování distribuční soustavy
- Připojování a odpojování odběrných a předacích míst
- Provádění kontrol, údržby a diagnostiky distribuční soustavy
- Zajištění měření elektrické energie dodávané a odebírané z distribuční soustavy
- Odečty spotřeby a dodávky elektrické energie
- Kontroly, výměny a ověřování měřících zařízení
- Obsluha zákazníků v oblasti distribučních služeb, zejména na napětíové hladině nn
- Fakturaci distribučních služeb

První část odborné praxe ve společnosti probíhala na oddělení Stanice Kunčice, kde sídlí základna pro obsluhu jím přidružených elektrických stanic. Zde jsem měl možnost se seznámit z různorodými činnostmi týkajícími se řádu preventivní údržby a diagnostiky. Druhou část odborné praxe jsem absolvoval v oddělení Sítě Ostrava, kde jsem působil ve vysokonapětové zkušebně a v měřicím voze. Tato účast byla spíše pozorovací či jako pomocná síla, protože z hlediska bezpečnosti, jsem samotné činnosti nemohl provádět.



Obrázek 1. Logo ČEZ Distribuce, a.s. [12]

3 Zvolený postup řešení zadaných úloh

Elektrické stanice

První semestr jsem působil na elektrické stanici Kunčice. Na této stanici má základnu výjezdová jednotka, která se stará o údržbu a provoz elektrických stanic v Ostravě a jejím okolí. Jednalo se zejména o činnosti v rámci ŘPÚ, případně zajištění pracoviště pro diagnostiku či práci externích firem. V Elektrické stanici Kunčice jsem byl nejprve proškolen o bezpečnosti a o chování na stanicích panem Ing. Pavlem Zagorským dle § 4 vyhlášky číslo 50/1978 Sb. Dále mě seznámil s činnostmi zde prováděnými a s vedoucím jednotky.

3.1 Řád preventivní údržby

Pro vysvětlení pojmu ŘPÚ, je nejprve nutné objasnit základní požadavky pro revize a kontroly na elektrických zařízení přenosové a distribuční soustavy dle normy PNE 33 0000-3. Každé nové elektrické zařízení musí být prohlédnuto a vyzkoušeno předtím, než je uvedeno do provozu v souladu s výchozí revizí. Účelem revize je ověření, zda stav elektrický zařízení odpovídá požadavkům normy PNE 33 0000-3 a ostatním souvisejícím technickým normám a právním předpisům. Revizní technik, který provádí revizi musí disponovat příslušnou kvalifikací podle § 9 vyhlášky č. 50/1978 Sb. O provedené výchozí revizi musí být proveden písemný záznam, který je trvale uložen u provozovatele elektrického zařízení až do zrušení nebo rekonstrukce elektrického zařízení. Výchozí zpráva musí být rovněž přístupná orgánům státního odborného dozoru. Pro Bezpečnost a provozuschopnost elektrických rozvodných zařízení přenosové a distribuční soustavy musí být jejich aktuální stav pravidelně ověřován revizemi a průběžně prováděna údržba včetně kontrol. Protože jsou ve smyslu platných zákonných předpisů považována za vyhrazená elektrická zařízení. Pravidelné kontroly a revize musí rovněž provádět pověřený pracovník s příslušnou kvalifikací. [2] [3]

Tyto pravidelné kontroly a revize mohou být v přenosové a distribuční soustavě nahrazeny průběžně prováděnými údržbovými úkony včetně kontrol stanovených ve vlastním řádu preventivní údržby, dle ČSN 33 1500. Tedy ŘPÚ je základní dokument pro provádění údržby technického zařízení souvisejícího s přenosem a rozvodem elektrické energie. Na základě smluvního vztahu je možno provádět údržbu technických zařízení, i jiných uživatelů distribuční soustavy. Je to předpis provozovatele elektrického zařízení pro provádění pravidelných kontrol a údržby ve stanovených lhůtách, kterými je zajištěna bezpečnost a spolehlivý provoz těchto zařízení. [2] [3]

Rozdělení ŘPÚ dle formy a náplně:

- Prohlídka:
Prohlídka je činnost na elektrickém zařízení bez nutnosti vypínání. Jedná se zejména o pohledovou kontrolu stavu zařízení a jeho okolí (včetně ochranného pásma) během provozu pod napětím při dodržení bezpečných vzdáleností. Jedná se o vizuální, sluchové prověření elektrického zařízení. Tato prohlídka je podkladem pro zkoušení, měření a identifikaci závad.
- Diagnostické zkoušky:
Pomocí měření a zkoušením zařízení se z těchto parametrů ověřuje jejich aktuální stav, provozuschopnost a bezpečnost. Tyto diagnostické zkoušky se dle typu v návaznosti na přístrojové vybavení a měřící a diagnostickou techniku provádějí na zařízení pod napětím. Na zařízení bez napětí se tyto zkoušky provádějí spolu s běžnou údržbou.
- Běžná údržba:
Provádí se úkony zajišťující bezpečný a provozuschopný stav zařízení. Tato údržba se provádí na zařízení za provozu (čištění prostorů a okolí příslušného zařízení) nebo na zařízení mimo provoz, kde je nezbytná demontáž částí kontrolovaného zařízení.

O provedení kontrol dle ŘPÚ se musejí vést písemné záznamy od pověřených pracovníků. Záznam obsahuje lokaci daného pracoviště či typ a popis daného kontrolovaného zařízení. Musí obsahovat zejména všechny naměřené hodnoty, zjištěné jakékoliv závady, prováděné činnosti dle ŘPÚ, případně fotografie zjištěných závad či diagnostické protokoly. Dále poznačení, kdo ŘPÚ prováděl a stanovil závěrečné stanovisko o provozuschopnosti, bezpečnosti daného zařízení. Tento písemný protokol o provedení preventivní údržby a jejím výsledku si pověřený pracovník vytiskne před vlastní kontrolou zařízení a záznam má s sebou na pracovišti. [2] [3]

3.2 Zajištění a odjištění pracoviště na rozvodně

Základní činnost zajištění pracoviště je práce na zařízení pod napětím pro zajištění bezpečnostních opatření pro práce na zařízení bez napětí nebo v blízkosti živých částí. Jedná se o přesné vymezení pracoviště a dodržení postupu pro zajištění pracoviště. Postupuje se v úkonech v tomto pořadí: vypni, zajisti, odzkoušej, uzemni a zkratuj, odděl živé a neživé části.

Pověřený pracovník osobou odpovědnou za elektrické zařízení vypíše Příkaz B a jednopólové schéma daného pracoviště. Podrobnější rozebrání příkazu B je níže. Dále zavolá přidělenému dispečerovi, kterého informuje o předem dohodnutém vypnutí daného zařízení. Dané značení několikrát zopakuje. Dispečer pomocí dálkového ovládání vypne zařízení a odevzdá ho pověřenému pracovníkovi (vedoucímu zajišťování). Pracovník přepne ovládání z dálkového na místní, aby nedošlo k mylnému zapnutí z dispečerovy strany. Ujistí se, že došlo k vypnutí a odpojení zařízení ze všech možných stran možného napájení. Odpojení musí být jasně viditelné s určitou vzdáleností nebo účinnou izolací.

Zajištění proti opětovnému zapnutí. To se zajistí vypnutím ovládacích prvků v řídicí skříni, nebo uzamknutím vybavujících mechanismů zámkem. A vyvěšením tabulek na ovládací prvky zařízení „Nezapínej na zařízení se pracuje“.

Ověřením beznapěťového stavu ověří příslušnou elektrickou napěťovou zkoušečkou. Ověření se provádí na všech pólech a fázích daného zařízení na pracovišti. Pro potvrzení správné funkce musí být zkoušečka testována tlačítkem „TEST“, vždy před i po vlastním zkoušení, popřípadě by měla být její správná funkce ověřena na zařízení pod napětím.

Dále se provede zkratování a uzemnění části zařízení na kterém se pracuje ze všech možných stran napájení. Pokud je to možné provedeme tyto úkony dálkovým ovládáním uzemňovačů a zkratovačů elektrického zařízení. Jestliže to není možné provede se tato činnost pomocí zkratovacích souprav. Nejprve se připojí zemnicí svorka na spolehlivě uzemněnou část nosné konstrukce zařízení nebo na jinou spolehlivě uzemněnou část. Poté připojení zkratovacích svorek na jednotlivé fáze zařízení.

Jakmile je uzemněno a zkratováno, určí se pracoviště vyvěšením tabulky „JEN ZDE PRACUJ“ a blízké zařízení které jsou pod napětím se označí bezpečnostní tabulkou „POZOR POD NAPĚTÍM“. Musí být jasně určený vchod na pracoviště například směrníky a živé části pod napětím musí být jasně odděleny, aby zde nikdo nemohl vstoupit ani nedopatřením (pevnou zabranou, ohrazením, výstražnými tabulkami). Po ukončení práce se odstraní bezpečnostní značení, zkratovací soupravy, zařízení se od zemní, odjistí se ovládací prvky a místní ovládání se přepne na dálkové. Pracovník se opět telefonicky spojí s dispečerem a elektrické zařízení se spustí do provozu. Poté se ukončí Příkaz B. [4]

3.3 Příkaz B

Příkaz B slouží jako písemný doklad o nařízeních a organizačních opatřeních, aby se zajistila bezpečnost osob u prací na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti. Pro práce pod napětím se používá Příkaz B-PPN. [4] [5]

Příkaz B se musí vydat na tyto činnosti:

- Na zajištění a odjištění pracoviště na zařízeních vn, vvn a zvn pro práce bez napětí.
- Při pracích na částech nebo v blízkosti části pod napětím zařízeních vn, vvn a zvn
- Jestliže se pracuje na elektrických zařízeních malého napětí a nízkého napětí v případech:
 - o Nebezpečí indukce od zařízení vn, vvn a zvn. Například při souběhu vedení nebo křížování vodičů vedení.
 - o V případě že jsou tyto práce prováděny ve společném prostoru se zařízením vn, vvn a zvn a hrozí od nich nebezpečí
- Pro práce na vypnutých a jinak nezajištěných zařízeních vn, vvn a zvn. [4] [5]

Příkaz B-PNN musí být vydán na vybrané práce PNN na zařízeních vn, vvn a zvn.

K vydání Příkazu B je pověřený pracovník s příslušnou kvalifikací od § 6. Tohoto pracovníka pověřuje osoba, která je odpovědná za elektrické zařízení distribuční nebo přenosové soustavy. Vydává se jen na jedno dané pracoviště po dobu 24 hodin. Jeho platnost končí písemným uzavřením. Je možnost tuto dobu prodloužit až na 14 dní po sobě jdoucích. V případě, kdy vedoucí práce se nemění a zařízení zůstane trvale odpojeno a zajištěno. Vedoucí práce v tomto případě je povinen se každý den přesvědčit, zda nedošlo ke změnám na pracovišti, než dá příkaz k zahájení práce. Následně o tom musí provést záznam v příkazu.

Uzavření příkazu B se provádí po ukončení práce. Osoba, která provedla odjištění pracoviště uzavře příkaz B a nahlásí jeho uzavření osobě odpovědné za elektrické zařízení. Toto zařízení je poté nutno uvažovat jako zařízení pod napětím.

Příkaz B musí obsahovat číslo příkazu, jméno a podpis pracovníka, kterému je příkaz určen, místo pracoviště, druh a dobu práce, jméno a podpis pracovníka příkaz vydávajícího, jméno a podpisy pracovníků, kteří provedou zajištění pracoviště, způsob zajištění pracoviště (vypnutí, ověření vypnutého stavu, místo uzemnění a zkratování, ohrazení pracoviště a umístění bezpečnostních opatření), označení nejbližšího místa, kde se nacházejí živé části pod napětím a potvrzení vlastnoručními podpisy všech členů pracovní skupiny o provedené instruktáži. [4] [5]

DISTRIBUCE

PŘÍKAZ B

číslo 021 kniha číslo 11688

Zajištění pracoviště bude řídít (jméno): HTP podpis: [podpis] dne: 30.10.2019 hodin: 9.00

pracoviště bude zajištěno pro práci bez napětí (*) - v blízkosti (*) - za zajištění vyprázdnění napětí (*) - RPU problema

na zařízení: Zábřeh - číste R22W, AVA11 - VN 1046

POZOR, ZAJIŠŤOVÁNÍ A ODJIŠŤOVÁNÍ PRACOVISTĚ JE PRÁCE POD NAPĚTÍM!

PRO ZAJIŠTĚNÍ PRACOVISTĚ BUDOU PROVĚDĚNY NÁSLEDUJÍCÍ ÚKONY

ČÍSLO	ČÁST ZAŘÍZENÍ - MÍSTO	ÚKON	ZAJIŠTĚNÍ
1	VN 1046	Q1, Q2, Q3	KV1, KV2
2	VN 1046	výprahu ovládací, měřící	Problema
3	VN 1046	W1 (12)	Problema
4	VN 1046	projevy Q1, Q2	Problema
5	SP 22W	Q1, Q2	Problema
6	SP 22W	výprahu ovládací	Problema
7	měřící KV1, KV2 Q1 + Q2	KV1, KV2	Problema
8	SP 22W	výprahu ovládací, měřící	Problema
9	VN 1046	za OH	Problema
10	VN 1046	osadení BT, měřící	Problema
11			
12			

Nedílnou součástí Příkazu B jsou přílohy číslo: 1

Zajištění pracoviště provedou a podpisy stvrzují, že jsou seznámeni o způsobu a rozsahu zajišťování

JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS
1		3		5	
2		4		6	

Pracoviště je předáno protokolem č.: 1

Zajištění pracoviště zkontrolují, byl přesvědčen dotykem hole ruky (*) o beznapěťovém stavu zařízení. Nejbližší čisti zařízení pod napětím jsou: Kolín číste Q2/VN 1046 od 10.10.2019 VN 1046

Zajištění pracoviště převzal dne: 30.10.2019 hodin: 9.10 vedoucí práce: Problema podpis: Problema

Stvrzujeme, že jsme byli před zahájením práce seznámeni a poučení o stavu zajištění pracoviště a nejbližších částech pod napětím

JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS
1		3		5	
2		4		6	

Práce skončeny, pracovníci odvoláni, ukončení prací ohlášeno. Zařízení je schopné bezpečného provozu. Pracoviště a Příkaz B předal (podpis): [podpis] dne: [dne] hodin: [hodin] převzal (jméno): [jméno]

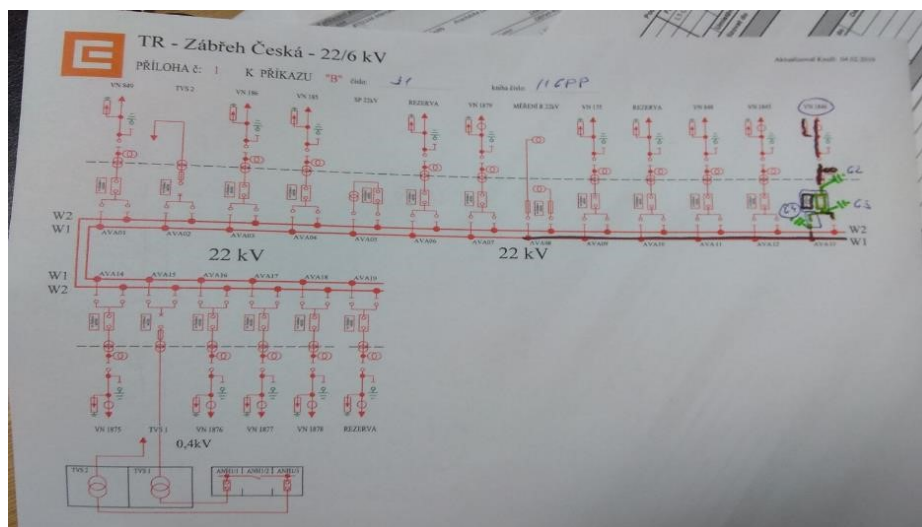
Odjišťování pracoviště bude řídít (jméno): [jméno] podpis: [podpis]

Odjištění pracoviště provedou a podpisy stvrzují, že jsou seznámeni o způsobu a rozsahu odjišťování

JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS
1		3		5	
2		4		6	

Uzavření Příkazu B a ukončení pracovní činnosti nahlásil dispečerovi: [jméno] podpis: [podpis] dne: [dne] hodin: [hodin]

Obrázek 2. Příklad Příkazu B



Obrázek 3. Příklad schématu k Příkazu B

3.4 ŘPÚ přípojnicového odpojovače vn

Odpojovač je přístroj, který slouží k odpojení částí vedení, sítí, strojů a zařízení, po vypnutí příslušného úseku vypínačem za účelem revize nebo opravy nebo jiné manipulace. Tedy je to přístroj, který rozpojuje a spojuje vedení bez zatížení s viditelnou proudovou drahou. Rozpojená viditelná proudová dráha je jistota pro pracovníka, že na daném úseku může bezpečně pracovat. Odpojovač proto musí bezpečně zajistit, aby úsek, na kterém se pracuje nebylo zavlečené napětí ze živého úseku, ani za předpokladu že se na živém úseku nekontrolovaně zvýší napětí vlivem atmosférického přepětí nebo spínáním. Když tedy napětí přesáhne izolační pevnost prostor mezi kontakty měl by vždy nastat přeskok na zem nikoliv na protější kontakt. Proto se odpojovače konstruuují tak že přeskokové napětí k zemi bude menší než přeskokové napětí mezi kontakty. Odpojovač v rozvodech vn, vvn a zvn hraje významnou roli a když vypneme úsek vedení daným vypínačem vždy přerušíme ještě obvod na druhém místě odpojovačem. [6] [7]

V našem případě se jednalo o odpojovač typu QAK 25/630.25 od českého výrobce s dlouholetou tradicí IVEP, rokem výroby v 2002. Se jmenovitým napětím 25 kV. Jednalo se o přípojnicový odpojovač s označením Q1. Nacházel se na spínací stanici Mariánské Hory, umístěný v kobce AVA-13. Spínací stanice je vnitřní rozvodna 22kV, dvojřadá, s dvěma systémy přípojníc, spojkou přípojníc a obsahuje celkem 21 kobek.

Než se začalo se samostatnou údržbou, pracovník kontaktoval odpovídajícího dispečera s žádostí o vypnutí vývodu a převedení provozu z W1 na přípojnici W2. Poté prováděl práce podle vypsání příkazu B. Nejprve vypnul spínač přípojníc. Poté vypnul jištění ovládaní a signalizaci v řídicí skříni vývodu. Vypnul ovládací a signalizační napětí spínače přípojníc. Dále následovalo odpojení odpojovače pro měření W1. Vypnutí ovládaní a signalizace ve skříni pro měření W1. V místě vypnutí ovládaní vyvěsil bezpečnostní tabulky „NEZAPÍNEJ! NA ZAŘÍZENÍ SE PRACUJE!“ . Ověřil beznapěťový stav příslušnou zkoušečkou na vypínači a zkratovacími soupravami uzemnil přívod nad vypínačem. Opět ověřil beznapěťový stav i na profilu přípojnice W1 a zkratovacími soupravami uzemnil profil přípojnice. Vyvěsil bezpečnostní tabulku „JEN ZDE PRACUJ“ . Na okolní nezajištěná zařízení vyvěsil bezpečnostní značky „POZOR POD NAPĚTÍM!“ . Poté pracoviště ohradil a vyznačil příchod na pracoviště.



Obrázek 4. Připojení ZS nad vypínač



Obrázek 5. Připojení ZS na přípojnici

V rámci ŘPÚ byly provedeny tyto kontroly a úkony:

- Kontrola znečištění, celkové očištění povrchu
- Kontrola a vyčištění pohonu
- Kontrola stavu uzemnění, případně náprava
- Kontrola kontaktů proudové dráhy (stav, opotřebení)
- Dotažení, vyčištění, nakonzervování proudových spojů.
- Měření přechodových odporů
- Odzkoušení funkce
- Kontrola místní a dálkové signalizace
- Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK

Z hlediska ŘPÚ se údržba vnitřního odpojovače po roce 1994 výroby provádí ve lhůtě 96 měsíců. Jestliže se jedná o odpojovač vyrobený před rokem 1994 je lhůta 46 měsíců.

Nejprve jsme očistili prach a jiné nečistoty z povrchů odpojovače. Následně jsme prohlédli pohon odpojovače a promazali jeho pohyblivé části. Zkontrolovali jsme stav uzemnění. Dále jsme provedli kontrolu kontaktů proudové dráhy, které jsme očistili technickým benzínem a případně jsme dotáhli proudové spoje. Měření přechodových odporů na proudové dráze jsme provedli přístrojem MOM600 (Mikro – ohmetr). Z něhož jsme vyvedli proudové kabely na kontakty odpojovače. Snímací kabely jsme také připojili co nejbližší kontaktům, co to jen šlo. Měření je prováděno SS proudem při sepnutém stavu odpojovače. Přístroj MOM 600 má elektrický obvod jež pouští skrz kontakty stálý proud (v našem případě 200 A), a druhý obvod, který na něm měří hodnotu odporu. Přechodový odpor vycházel v $\mu\Omega$ tabulka níže. Naměřený přechodový odpor jsme poté přepočítali na úbytek napětí. Mezní hodnota úbytku napětí na proudové dráze pro tento odpojovač činí 20 mV. Nakonec jsme odpojovač odzkoušeli a zkontrolovali jeho signalizaci.

Tabulka 1. Naměřené hodnoty na odpojovači

	I (A)	R($\mu\Omega$)	ΔU (mV)
L1	200	67	13,4
L2	200	75	15
L3	200	68	13,6

3.5 ŘPÚ máloolejového výkonového vypínače

Výkonové vypínače jsou elektrické přístroje, které zapínají a vypínají trvalý proud na který jsou navrženy. Fungují jako zkratová ochrana, mohou tedy zapínat, vypínat a vést po určitou dobu zkratové proudy. Pomocí měřících transformátorů proudu je měřena velikost proudu, naměřená hodnota jde do nadproudové ochrany, která při poruše zavede do činnosti výkonový vypínač. Jestliže nastane zkrat a vypínač nezapůsobí za určitý čas rychle nebo selže, zkrat může zapříčinit škody na elektrických zařízeních a ohrozit život osob. Z tohoto hlediska je tedy velmi důležitá jejich správná a pravidelná údržba dle ŘPÚ. Jednotlivé vypínače se dělí podle způsobu zhášení elektrického oblouku při vypínání. [6] [7]

- Magnetické vypínače
- Kapalinové vypínače
- Vypínače s tuhým hasivem
- Tlakovzdušné vypínače
- Plynové vypínače
- Vakuové Vypínače

Máloolejového vypínače byly v nedávných letech převážným typem vypínačů v elektroenergetice. Stále je jich v oblasti vn a vnn značné množství. V oblasti vn jsou nahrazovány zejména vakuovými vypínači a v oblasti vvn vypínači s plynem SF₆.

Popis činností dle ŘPÚ

- Kontrola celkového stavu
- Odběr vzorku oleje, kontrola průrazného napětí vzorku oleje
- Měření úbytku napětí hlavní proudové dráhy vypínače
- Kontrola a vyčištění skříně pohonu
- Kontrola počtu spínacích operací, zaznamenání stavu počítadla.
- Promazání západek, hřídelí, kluzných ploch, ložiskových čepů
- Dotažení, vyčištění, nakonzervování proudových spojů
- Odzkoušení vypínače
- Kontrola místní a dálkové signalizace
- Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK

Údržba máloolejového vypínače proběhla na stanici v Dolním Benešově v poli AVA- 20 - VN209. Jedná se o vypínač od výrobce EJF Brno, typu HL6-9 s provozním napětím 22kV. Máloolejové vypínače HL6-9 jsou vyrobeny jako třípólové se samostatnými sloupcovými póly konstruované na jeden společný střádačový pohon. Rok výroby vypínače je 1977. Lhůta dle ŘPÚ je tedy stanovena na 24 měsíců.

Príslušný pracovník dané stanice nám předal tzv. protokol o předání. Čím prokázal že vypínač vypnul, zajistil pracoviště a označil ho příslušným bezpečnostním označením. Nejprve jsme vizuálně zkontrolovali vypínač, a zhodnotili jeho celkový stav. Poté došlo k odšroubování plastových krytů jednotlivých pólů. Odebrali jsme vzorek oleje z každé zhášecí nádoby všech tří fází. Jelikož nebyl k dispozici přístroj na měření průrazného napětí stavu izolační schopnosti oleje vypínače, byl vzorek oleje poté odevzdán do olejové laboratoře. Dále došlo k dolití oleje na správnou hladinu, která je vyznačena ryskou.

Měření úbytku napětí na hlavních proudových drahách vypínače. Měření musí být prováděno v sepnutém stavu vypínače. Na jednotlivé fáze vypínače jsme připojily proudové elektrody a snímací kabely z přístroje MOM600A. Na přístroji jsme nastavili generovaný proud 200 A a pomocí snímacích kabelů se nám na displeji zobrazil naměřený odpor. Tento odpor jsme poté přepočítali na úbytek napětí. Takto se proměřili všechny tři fáze. Vypočtený úbytek napětí by neměl přesáhnout hodnotu 20 mV. Naměřené hodnoty jsou v tabulce níže. Po změření přechodového odporu se na

růžicové kontakty nanasla kontaktní vazelína, která chrání kontakty před okolními vlivy. Pro kontrolu pohonu jsme odšroubovali kryt chránící mechanismus. Vyčistili jsme všechny usazený prach a saze, promazali jsme všechny pohyblivé části (vratné západky, kluzných spojů, hřídele ložiskových čepů) a vizuálně kontrolovali. Dále jsme zkontrolovali funkčnost spínacího počítadla a odečetli hodnotu z ukazatele. V našem případě se jednalo o 196 provedených spínacích operací.

Na závěr je provedeno odzkoušení vypínače. Nejprve ručně, kdy se pomocí kliky natáhne pružina strádačového mechanismu a provede se zapnutí a vypnutí vypínače. Pracovník dané stanice poté vrátil vypínač zpátky do kobky a odzkoušel jej dálkově a zkontroloval funkčnost signalizace. Všechny naměřené hodnoty a provedené činnosti se zapisují do záznamu o provedené kontrole dle ŘPÚ.

Tabulka 2. Naměřené hodnoty na jednotlivých fázích vypínače

	I (A)	R($\mu\Omega$)	ΔU (mV)
L1	200	51	10,2
L2	200	43	8,6
L3	200	47	9,4



Obrázek 6. Měření přechodového odporu na vypínači HL6-9



Obrázek 7. Stav počítadla vypínače HL6-9

3.6 ŘPÚ Pole rozvaděče vn

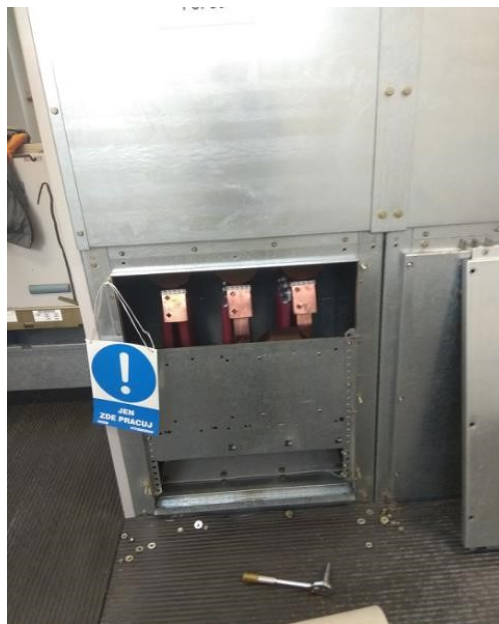
ŘPÚ pole rozvaděče, bylo prováděno na elektrické stanici Vyškovice 110/10,5 kV. Vyškovice zajišťují dodávku elektrické energie pro okolní sídliště (Vyškovice, Zábřeh, Hrabůvka, Dubina). Transformovna je provozována bez stálé obsluhy a ovládání provádí dálkově dispečink. Distribuce v napěťové hladině 10,5 kV, pro rozvod a odběratele je vyvedena kabely z rozvodny, sestavená z 36ks skříňkových rozvaděčů typ NXAIR SIEMENS.

Něž byla zahájena samostatná údržba pole rozvaděče 10,5 kV, nejprve pracovník informoval dispečink, aby bylo dané pole odstaveno. Dispečer přepnul ovládání na místní a pracovník jej odstavil. Poté bylo nutné vytáhnout vypínač pomocí vozíku a speciálního klíče. Při vytahování se svorky ve skříni automaticky zakryjí plechovým krytem, který chrání před živými částmi. Aby mohla být nasazena zkratovací souprava pro zajištění pracoviště, bylo nutno tento kryt mechanicky otevřít. Jakmile bylo zkratováno a uzemněno, vyvěsili se příslušné bezpečnostní tabulky a přešlo se na ŘPÚ.

Zkontrolovali jsme správnost atributů zařízení z technické dokumentace a bezpečnostní značení pole rozvaděče. Daný rozvaděč se očistil od nečistot a nakonzervovaly se přípojnícové svorky a růžice vypínače. Dále kabelové koncovky a správnost dotažení jejich spojů. Kontrola signalizačních prvků, měřících přístrojů a dotažení zemního spoje. Poslední byla provedena funkční zkouška pole místně a dálkově a funkčnost správné signalizace. Všechny úkony a případné připomínky byly poté zapsány do protokolu ŘPÚ.



Obrázek 8. Zapojení ZS na svorkách rozvaděče



Obrázek 9. Druhá strana rozvaděče s měřicími transformátory

3.7 Kontrola elektrické stanice dle ŘPÚ

Tato kontrola je prováděna každý měsíc dle ŘPÚ na elektrické stanici. V našem případě se jedná o Transformovnu Fifejdy 110/22kV. Jedná se o téměř novou rozvodnu. Do provozu byla uvedena v roce 2017. Důvodem výstavby této stanice byl nárůst odběru elektrické energie v centru Ostravy. Ze stanice je například napájeno hlavní nádraží, dopravní podnik města Ostravy, Městská nemocnice Ostrava nebo OC Futurum. Skládá se z 2x zastřešených stání transformátorů a 2x zastřešených stání tlumivek a z budovy BSP. V jednopatrové částečně podsklepené budově je instalována zapouzďená rozvodna 110 kV, skříňová rozvodna 22 kV (typu NXPLUS SIEMENS), rozvodna vlastní spotřeby (akumulátory, střídače, usměrňovače, rozvaděče střídavého a stejnosměrného napájení), 2 ks transformátorů vlastní spotřeby v samostatných kobkách, řídicí systém, místnost přenosového zařízení a dalších podružných místností.

Rozvodna 110 kV je specifická v tom že je zapouzďená s izolací SF6 v uspořádání H, s jedním systémem přípojníc, podélně děleným dvěma odpojovači s uzemňovačem. Toto řešení bylo zvoleno kvůli nedostatku místa v dané lokalitě. Zapouzďená rozvodna je zkonstruována firmou ABB. Toto řešení nemá výhodu jen v ušetření místa, ale i v jednoduchosti a nenáročnosti na údržbu a revizi, větší provozní bezpečnosti a spolehlivosti.



Obrázek 10. Zapouzdřená rozvodna 110 kV

Po příchodu do budovy je nejprve zkontrolována dozorna. Kontrola provozního stavu v řídicím systému a signalizačním schématu (náběh ochran, měřicích přístrojů). Dále vizuální kontrola svorek, jisticích a spínacích prvků v rozvaděči ochran. Kontrola protipožárních přepážek ve všech rozvaděčích a skříních. Ujištění že na termostatu je nastavená správná teplota v rozmezí 15–20 °C a odvětrávání. Funkčnost provozního telefonu.

Další část se týká kontroly vl. spotřeby. Opět vizuální kontrola hlavních rozvaděčů vl. spotřeby jak stejnosměrného a střídavého (stav přípojníc, svorkovnic, jis. a spínacích prvků) a transformátorů vlastní spotřeby.

Zkouška funkčnosti záložního napájení z baterií. Nejprve je potřeba informovat příslušného dispečera o provedení této zkoušky. Poté pracovník vypne hl. jistič a přepne na baterie. Při této zkoušce se ověří funkčnost nouzového osvětlení a změří se proud z baterií. Ze změřeného proudu se vyhodnotí, zda je kapacita dostatečná na napájení po dobu dvou hodin. Dále pohledová kontrola akumulátorových baterií (mechanické poškození, připojení, hladina elektrolytu). Opět kontrola nastavení správné teploty v místnosti akumulátorovny a odvětrávání.

Dále projdeme rozvodnu, při které pohledově a poslechově kontrolujeme stav všech jejích zařízení (výkonových vypínačů, transformátorů, tlumivek, odpojovačů, odpínačů, uzemňovačů, přípojníc, řídicích a ovládacích skříní atd.). Kontrola signalizace provozních stavů a měření místně, dálkově a v řídicím systému, signalizace zábleskové ochrany. Prověření zákrytu kobek, značení polí, kobek, osazení bezpečnostních tabulek. Přejdeme do kabelového prostoru, kde kontrolujeme, jestli nedošlo někde k mechanickému poškození kabelů, uložení kabelů, osvětlení, odvětrávání, odvodnění. Kontrola vstupu a únikových cest a jejich značení a kontrola protipožárních přepážek.

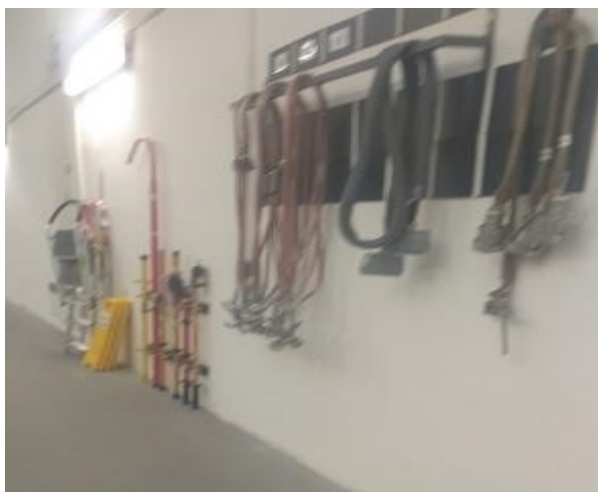
Kontrola stavu a vybavení OOPP dle PNE 38 1981. Dále dostupnost a rozmístění hasicích přístrojů. V posledním bodu zhodnocení budovy z venku, kde si všímáme jakéhokoliv opotřebení, poškození na budově.

3.8 Kontrola a evidence OOPP

Při kontrole a evidenci OOPP vycházíme z normy PNE 38 1981, která určuje přiřazení osobních ochranných prostředků a pracovních pomůcek podle určení elektrické stanice v elektrizační soustavě. Definuje minimální počet prostředků a pomůcek dle specifického typu elektrické stanice. Tato kontrola probíhala na elektrické stanici Martinov 110/10,5 kV.

V našem případě se jednalo o tyto pomůcky:

- Zkoušečky napětí
- Zkratovací soupravy
- Zámky pro zajištění vypnutého stavu spínacích zařízení
- Vybíjecí tyče
- Izolační rukavice pro elektrotechniku
- Prostředky pro ochranu očí
- Izolační koberec pro elektrotechniku
- Záchranný hák
- Nosítka skládací
- Zdravotnická skříňka
- Mobilní svítla
- Vypínací tyče izolační
- Bezpečnostní tabulky z izolační hmoty podle ČSN ISO 3864:
 - o "Vysoké napětí – životu nebezpečno"
 - o "Pozor – pod napětím"
 - o "Pozor – zpětný proud"
 - o "Pozor – uzemněno"
 - o "Pozor – systém pod napětím"
 - o "Pozor – na zařízení se pracuje"
 - o "Jen zde pracuj"
 - o "Nezapínej – na zařízení se pracuje"
 - o "Východ"
- Místní provozní předpisy
- Jednopolové schéma zařízení
- Hasící přístroj sněhový



Obrázek 11. Osobní ochranné pracovní pomůcky umístěné v rozvodně



Obrázek 12. Bezpečnostní tabulky umístěné v rozvodně

Zkontrolujeme pomůcky, které podléhají periodickým zkouškám. Jsou opatřeny samolepící značkou s uvedením čtvrtletí a roku, kdy byla provedena poslední periodická zkouška. Lhůta další kontroly se liší dle typu pomůcky. Dělíme je na pomůcky starého typu a pomůcky nového typu, které se dále dělí na stabilní a mobilní. Dle starého typu je maximální lhůta 24 měsíců. Pomůcky nového typu stabilní 60 měsíců a mobilní 36 měsíců.

Dále zkontrolujeme správné značení a vizuální kontrolou si všímáme jakéhokoliv mechanického poškození. Nesmí být hrubě porušen povrch pomůcek a nesmí chybět ochranný nákrůžek. U dutých tyčí se musí dbát na to, aby byly pořádně utěsněny. Spojovací části musí zaručit snadnou montáž bez nadměrného úsilí. Jestliže vnější stav pomůcky je viditelně deformován, vyrazuje se bez dalšího zkoušení. A jako poslední vyzkoušíme funkčnost elektrické zkoušečky jak testovacím tlačítkem, tak přiložením na živou část.

Dle normy musí být kontrola provedena minimálně jednou ve lhůtě 12 měsíců a provedení kontroly prokazatelně doloženo. [13]

3.9 Proškolení zaměstnance cizí organizace

Jednalo se o výkonový vypínač od výrobce ABB na hladině napětí 22 kV na elektrické stanici Mariánské Hory. Na vypínači byla porucha strádačového mechanismu. Pružina tohoto mechanismu byla zaseknutá. Vypínač byl již vytážen z kobky. Pověřený pracovník stanice nejprve vypsál příkaz B na zajištění pracoviště, poté daný vypínač zajistil příslušným značením, ochrannými zábranami a okolní elektrická zařízení označil taktéž tabulkami "POZOR POD NAPĚTÍM". Na opravu vypínače přijel pracovník z firmy ABB, který musel být proškolen o bezpečnosti práce a BOZP příslušné rozvodny. Dále mu bylo vysvětleno, kde na stanici má jasně vymezené pracoviště. Jakmile byl obeznámen, podepsal příslušný dokument o proškolení a mohl na vypínači pracovat. Po postupném rozebírání vypínače zjistil, že daná pružina je nebezpečně zaseknutá a při opravě by mohla vystřelit. Tímto vystřelením by mohla ohrozit okolní instalace a z tohoto důvodu bylo nutné vypínač přemístit do daného servisu ABB.

ES: Upravený zápis na požáry pracoviště VVN Kunčice. Vypíňený užití die rozdělující: 1 x odpovědný
 zástupce: 1 x K. Poučení (v ES)
 Název akce: **R 110/22kV Ostrava Mariánské Hory**

Školení pro zaměstnance cizí organizace

Záznam o školení bezpečnosti práce, požární ochrany a ochrany životního prostředí pro
 zaměstnance cizí organizace, kteří pracují na pracovišti ČDS nebo pro exkurzi.

Toto školení se vztahuje na všechny fyzické osoby, které se s vědomím ČDS zdržují na jejich
 pracovištích.

Rozsah školení se určí přiměřeně k prováděné činnosti nebo objektu.

Obsah školení bezpečnosti práce, požární ochrany a ochrany životního prostředí:

1. Vstupy a dopravní komunikace na pracovišti, přístupové komunikace
2. Vymezení pracoviště (trojrozměrně); zákazy vstupů mimo určený prostor (pracoviště)
3. Zásady komunikace s provozovatelem; hlášení poruch, závad, úrazů apod.
4. Pracovní rizika na pracovišti; zdroje nebezpečí (stroje, technologie, pracovní činnosti apod.)
5. Způsob zabezpečení pracoviště (prevence rizikům)
6. Vyhodnocení rizik dle prováděných činností a stanovená opatření (svačování, dělení materiálů)
7. Důležitá telefonní čísla - viz přílohy: Postup v případě mimořádné události ...
8. Zákaz zasahování do zařízení v provozu bez písemného povolení
9. Zákaz práce na elektrickém zařízení bez písemného povolení
10. Zákaz požívání alkoholu a jiných návykových látek v areálu ES a vstupu do ES pod jejich vlivem
11. Seznámení s MPP
12. Telefon na RD dispečink ~~22kV~~ (22kV); KD dispečink ~~110kV~~ (110kV)
13. Telefon technik ~~110kV~~
14. Za školení (viz výše) dalších, zde neuvedených pracovníků zodpovídá odpovědný zástupce.

Školitel: _____ Datum: _____
 (jméno podpis)

Pracovníci organizace: _____
 Jméno a podpis odpovědného zástupce: _____

Svým podpisem potvrzuji, že jsem byl proškolen v uvedeném rozsahu a výkladu porozuměl.

Příjmení a jméno:	Podpis:	Příjmení a jméno:	Podpis:

Obrázek 13. Příklad školicího protokolu

3.10 Údržba zkratovacích souprav

Při práci na zařízení vn a vvn nebo na venkovních vedeních nn je nutno toto zařízení uzemnit a zkratovat ze všech stran možného napájení zkratovacími soupravami. Účelem zkratovacích souprav je při zavlečení napětí na pracoviště omezit velikost napětí a vyvolat zapůsobení ochrany před zkratem a zařízení vypnout od zdroje. Uzemnění a zkratování odpojených částí elektrických instalací má za úkol chránit tyto části před vysokým napětím a elektrickým obloukem, případně, že instalace bude neúmyslně připojena na napětí, nebo je trvale přítomno indukované napětí ze sousední instalace. Tomuto výskytu nebezpečného napětí můžeme zabránit pospojováním a tím zabránit zranění osoby v případě opětovného uvedení instalace pod napětí. Používá se zejména pro ochranu pracovníka, který na dané instalaci pracuje. [9] [14]

ZS se skládá ze čtyř vodičů, které mají společný uzel. Vždy se musíme ubezpečit, jestli je daná souprava dimenzovaná na zkratový výkon zařízení, které uzemňuje. Nejprve vždy při použití připevníme uzemňovací vodič, poté připojujeme jednotlivé fáze.

Za účelem udržení ochrany osob se provádí údržba. Před každým použitím je třeba vizuálně zkontrolovat soupravu a její prvky. Vyřadit ty zkratovací soupravy jež mají poškozený povrch izolace, nebo jakoukoliv jinou závadu. Nejméně jednou ročně provést důkladnou údržbu tedy očištění a dotažení všech spojovacích míst a svorek, překontrolovat označení těchto souprav a jim příslušných zkratovacích tyčí a zvláště lan. Dále proměřit zkratovací soupravy pro zjištění přechodového odporu. Zkratovací souprava, která byla vystavena účinkům zkratového proudu, musí být vyřazena nebo musí

být prokázána její funkčnost příslušným měřením, ale obvykle se vyřadí.

Měření ZS se opakuje jedenkrát za rok. Pro měření přechodového odporu ZS jsme požili přístroj MOM 690. Tento Přístroj okamžitě zobrazuje naměřený odpor na displeji, kde je též uvedena velikost generovaného proudu. Než začneme se samostatným měřením zkontrolujeme délku a průřez vodiče, značení dané soupravy, výrobní číslo, typ soupravy s uvedenými parametry, které máme v protokolu o kontrole. Poté zkontrolujeme teplotu v dané místnosti pro správné podmínky pro měření. Teplota byla v místnosti 20 °C.

Připojíme jeden proudový kabel na jeden konec fáze ZS, druhý kabel připevníme na uzel. Snímací kabely připevníme na stejné konce jako proudové. Měřicí přístroj poté připojíme k síti a zapneme. Zvolíme aktuální generovaný proud. V našem případě 100 A. Nyní můžeme otáčet ovládacím knoflíkem přístroje doprava na požadovanou hodnotu proudu a odečteme odpor. Takto proměříme každou fázi zkratovací soupravy a poté zemní kabel.

Pro vyhodnocení naměřený odpor přepočteme na jednotkový odpor kabelu při 20 °C – R_{20} .

R_{20} se vypočítá podle vztahu:

$$R_{20} = R_k - 0,32 \cdot 10^{-1} + 0,00393 T - 20 \cdot 10^{-1} \cdot L$$

R_k (mΩ) – změřený odpor kabelu

L (m) – délka kabelu

T (°C) – Teplota svorky kabelu

Zkratovací souprava zkoušce dle normy vyhoví zkoušce, jestliže vypočtený odpor bude menší než R_{20MAX} , tj. hodnota maximálního jednotkového odporu kabelu pro daný průřez. [9]

Tabulka 3. Maximální jednotkový odpor pro různé průřezy [9]

S(mm ²)	R_{20MAX} (mΩ/m)
16	1,2705
25	0,819
35	0,5817
50	0,4053
70	0,2856



Obrázek 14 Zapojení svorek z MOM 690 na ZS

Tabulka 4. Naměřené a přepočtené hodnoty jednotlivých ZS

Číslo Z.S.	Un Z.S.	Lano	Zkrat. v (kA)	Průřez (mm ²)	Délka lana (m)	Generovaný proud	Naměřená hodnota	Přepočet na R20 (mΩ/m)	R20MAX (mΩ/m)	Vyhodnocení
8	1 kV	L1	6	25	0,8	100 A	812 μΩ	0,615	0,819	Vyhovuje
		L2	6	25	0,8	100 A	764 μΩ	0,555	0,819	Vyhovuje
		L3	6	25	0,8	100 A	754 μΩ	0,543	0,819	Vyhovuje
		N	6	25	1,5	100 A	1480 μΩ	0,773	0,819	Vyhovuje
72	39 kV	L1	15	70	2	100 A	594 μΩ	0,137	0,2856	Vyhovuje
		L2	15	70	2	100 A	725 μΩ	0,203	0,2856	Vyhovuje
		L3	15	70	2	100 A	758 μΩ	0,219	0,2856	Vyhovuje
		N	8	35	1,5	100 A	900 μΩ	0,386	0,5817	Vyhovuje
73	39 kV	L1	15	70	2	100 A	842 μΩ	0,261	0,2856	Vyhovuje
		L2	15	70	2	100 A	805 μΩ	0,243	0,2856	Vyhovuje
		L3	15	70	2	100 A	796 μΩ	0,238	0,2856	Vyhovuje
		N	8	35	1,5	100 A	1101 μΩ	0,521	0,5817	Vyhovuje



Obrázek 15. Měřicí přístroj MOM 690

3.11 Diagnostika vakuového vypínače

Popis :

Jedná se o vakuový vypínač VD4M 2406-20, který se nacházel v kobce na rozvodně Mariánské Hory napěťové hladiny 22 kV.

Tabulka 5. Štítek vypínače VD4

Typ	VD4M 2406-20
Jmen. napětí	25 kV
Kmitočet	50/60 Hz
Jmen. výdržné napětí AC	50 kV
Jmen. výdržné napětí při atm. Impulsu	125 k V
Trvalý proud	630 A
Zkratový vypínací proud	20 kA
Doba zkratu	1 s
zkratový zapínací proud	50 kA



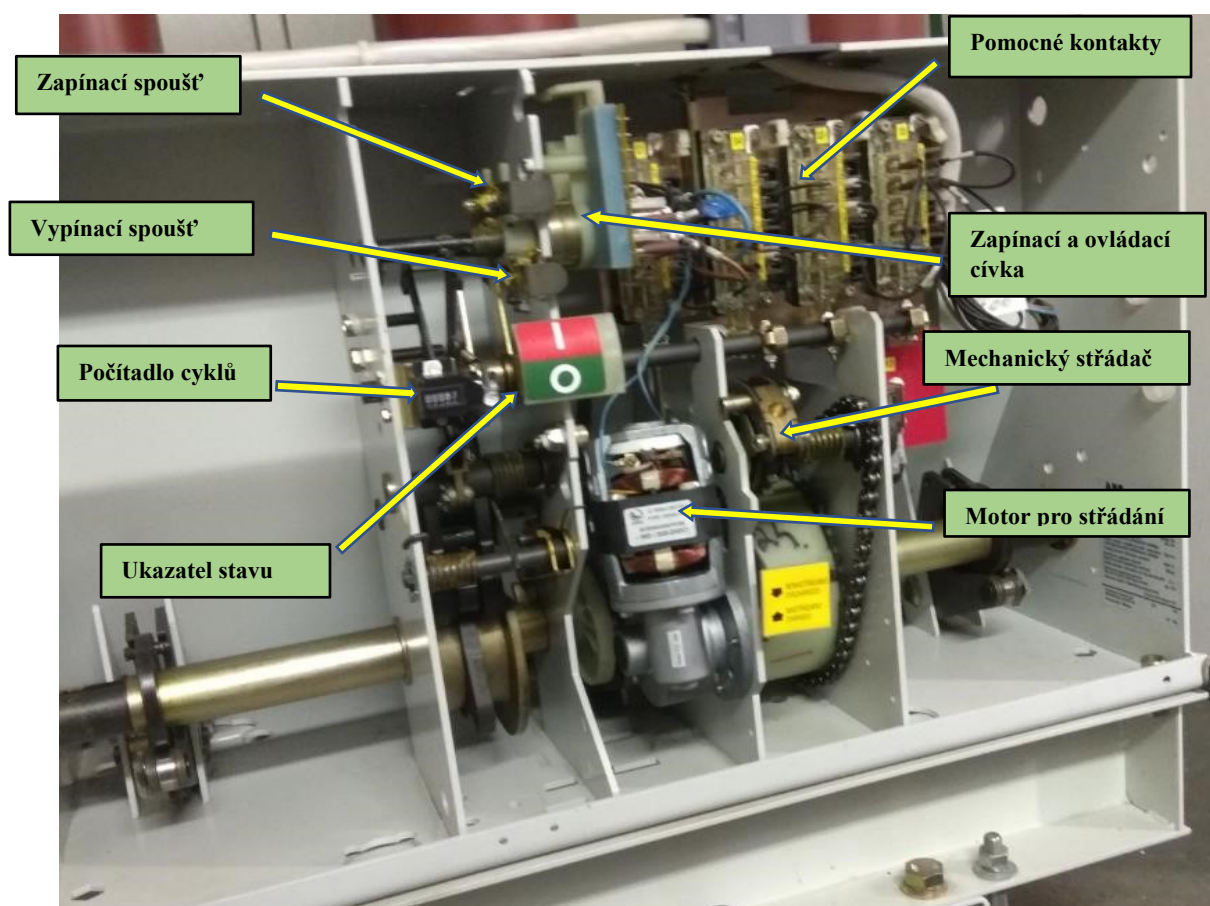
Obrázek 16. Vakuový vypínač typu VD4

3.11.1 Vakuový vypínač typu VD4 ABB

Jedná se o velmi používané typy výkonových vypínačů na napěťové hladině vn. Konstrukce vakuových zhášedel je provedena tak, že jsou zality v pólech z pryskyřice. Zalití zhášedel do pryskyřice značně zvyšuje pevnost pólu a tím brání proti rázům a usazování prachu a vlhkosti. U tohoto vypínače je v zhášecí komoře vytvořené vakuum. Tlak uvnitř komory výkonových vakuových vypínačů se pohybuje kolem 10^{-4} až 10^{-6} Pa.

Při oddělení kontaktů vznikají na povrchu katody tavné body, z nichž se vypařují kovové páry napomáhající hoření oblouku. Díky vakua v komoře dochází při zhášení elektrického oblouku k velké

difuzi částic. Elektrický oblouk se roztáhne do celého prostoru zhášecí komory a koncentrace těchto částic je poté tak malá že oblouk uhasne v první nule proudu. Při zhášení jmenovitých proudů je vždy vytvořen elektrický oblouk difuzního typu. Difuzní oblouk se rozšíří po celé ploše kontaktu a tím je tepelné namáhání rozděleno rovnoměrně po celé kontaktní ploše. V tomto případě je eroze kontaktů zanedbatelná a počet cyklů vysoký. Při vypínání větších proudů má elektrický oblouk náклонost se přetvářet z difuzního typu na kontraktní. Se zvyšujícím proudem se plazma elektrického oblouku přibližuje k anodě a vytváří se anodová skvrna. Dochází k velkému tepelnému namáhání kontaktů. Proud ve své nule nemusí zaniknout, protože z anody se stane katoda, na níž jsou předpoklady pro další hoření oblouku. Proto vypínač typu VD4 využívá spirálovou geometrii kontaktů. Spirálově tvořené kontakty vytváří radiální magnetické pole, které soustředí elektrický oblouk na obvodech kontaktů. Vytváří se elektromagnetická síla, která působí kolmo k ose oblouku, a nutí ho rychle rotovat po obvodu kolem osy kontaktů. Oblouk je tedy nucen rotovat a obsáhnout větší plochu a má horší podmínky k hoření. Díky tomu dochází k minimalizování tepelného namáhání a eroze kontaktů je zanedbatelná. Taková konstrukce kontaktů dovoluje vypínání i velmi vysokých zkratových proudů. [15] [7]



Obrázek 17. Detail mechanismu VD4

3.11.2 Diagnostika

Použití a nasazování moderních diagnostických a měřících přístrojů se výrazně rozšířilo i v oblasti rozvodů a distribuce elektrické energie. Pro provozovatele rozvodu je tato diagnostika zařízením způsob, jak efektivně zjistit skutečný stav provozovaného zařízení, aby následně šlo účinně předejít případným haváriím a neočekávaným poruchám, ale také jak plánovat údržbu, opravy a odstávky a získat jakýsi průkazný dokument o technickém stavu zařízení, za který zodpovídají. Může sloužit jako důležitý podklad pro zajištění finančních nákladů na údržbu a následnou modernizaci zařízení.

V našem případě se jednalo o diagnostiku údržbovou, ve které se mají provést tyto činnosti:

- Kontrola celkového stavu (např. proudových spojů, izolátorů apod.)
- Kontrola pohonu vč. spojovacích táhel, kontrola stavu skříně pohonu případně vyčištění a promazání, měření proudu motoru.
- Měření funkční doby spínacích operací ZAP, VYP, a měření pohybu hlavních kontaktů.
- Měření úbytku napětí hlavní proudové dráhy vypínače.
- Měření vibrací
- Měření odporu a izolačního stavu ovládacích cívek.
- Měření svodových proudů ss napětím.
- Kontrola blokování vypínače, odzkoušením funkce vypínače včetně místní a dálkové signalizace.
- Kontrola stavu uzemnění, měření přechod ochranného uzemnění, popř. náprava
- Kontrola atributů technické evidence v záhlaví ZPK

Tabulka 6. Kritéria pro hodnocení naměřených hodnot

Typ vypínače VD4 2406-20	Statický odpor	Čas zap.	Čas vyp.	Nesoučasnost	Vakuum		Kritérium závažnosti		Doporučení pro údržbu	Doporučený provoz
	(mV)	(ms)	(ms)	(ms)	(uA)					
					37 kV	60 kV				
	<6	50–70	33-45	<3	<200	<300	1	bez závad		
		70-80	45–50				2	zhoršený stav	Oprava v nejbližším termínu dle ŘPU	Bez omezení
	6 až 8						2	zhoršený stav	Oprava v nejbližším termínu dle ŘPU	Max. Trvalé zatížení 75 %In
		80-90	50-55	3 až 5			3	vážná závada	Oprava co nejdříve – dle provozních možností	Možno provozovat pouze v případě nutné potřeby
	8 až 10						3	vážná závada	Oprava co nejdříve – dle provozních možností	Možno provozovat pouze v případě nutné potřeby - Max. zatížení 50%In
>10	>90	>55	>5	>200	>300	4	havarijný stav	Okamžitý zásah	Individuální posouzení – provoz možný pouze na základě rozhodnutí odpovědného zaměstnance za provoz zařízení	

3.11.3 Údržbová diagnostika vypínače VD4

Než se začne se samostatnou diagnostikou. Provede pracovník starající se o rozvodnu zajištění pracoviště na vypínači. Vypíše příkaz B pro zajištění pracoviště. Po domluvě s dispečerem provede odstavení z provozu daného vypínače. Zajistí proti opětovnému zapnutí. Zkratuje a uzemní vypínač ze všech stran možného napájení. Zajistí pracoviště dané kobky vyvěšením bezpečnostních tabulek, označením a po kontrole beznapěťového stavu napěťovou zkoušečkou, je možno na tomto vypínači pracovat.

Nejprve provedeme celkovou kontrolu vypínače, proudových spojů a izolátorů. Následně odejmeme kryt, kde se nachází mechanismus vypínače a ostatní komponenty. Zkontrolujeme stav funkčních částí střadačového pohonu (případně promazání jeho pohyblivých částí), převodů a blokovacího zařízení.

3.11.4 Jednotlivá měření provedené na vypínači:

Měření kontroly vakua na vypínači VD4

Kvalitu vakua zjistíme tak, že měříme svodový proud při rozpojených kontaktech, který je kvalitativním parametrem vakua. Na měření jsme použili měřicí přístroj Vidar od společnosti Megger Group Limited. Na tomto přístroji můžeme nastavit velikost vysokého stejnosměrného napětí v úrovních 10,14,25 a 60 kV DC. Pro měření napěťové hladiny našeho vypínače se používá doporučené napětí 60 kV DC.

Nejprve jsme připojili ochranný zemnicí kabel z přístroje na vypínač. Dále jsme dvě měřicí elektrody připojili na vývod a přívod jedné fáze. Vypínač musí být ve stavu vypnuto. Napětí přivádíme nejméně po dobu 5 sekund. Pokud svodový proud překročí hodnotu $0,3 \mu\text{A}$, tak se rozsvítí červená kontrolka: Defective, která signalizuje že tento proud byl překročen. Na základě toho můžeme vyhodnotit kvalitu vakua ve spínací komoře. Hodnota vyššího proudu může být způsobena obsahem nečistot ve formě různých odpařených materiálů nebo případně vzduchu, který se do komory mohl dostat vlivem netěsnosti. V našem případě na všech třech fázích přístroj detekoval zelenou kontrolku: Acceptable. Tedy měření kvality vakua vyhovuje na všech fázích. [16]



Obrázek 18. Měřicí přístroj Vidar [16]

Měření přechodového odporu na proudové dráze

U tohoto měření se zjišťuje aktuální stav kontaktů, které se důsledkem působení opakovaného elektrického oblouku mohou poškodit. Může se odhalit nadměrná koroze, mechanické namáhání, tvoření cizích vrstev, které mají za následek významné snížení schopnosti kontaktů bezpečně přenášet daný proud.

Toto měření probíhalo při sepnutém stavu kontaktů. Pomocí přístroje MJOLNER 200. Nejprve připojíme proudové kabely na přívod a vývod vypínače. Poté připojíme dva snímací kabely na dvě strany kontaktů co nejbližší to jde a zapneme přístroj. Při hodnotě proudu 200 A generovaného zdrojem měříme přechodový odpor na proudové dráze, který poté přepočteme na úbytek napětí. Úbytek napětí nesmí přesáhnout hodnotu 6mV. V našem případě tato podmínka byla splněna.

Dále měříme přechodový odpor ochranného uzemnění a izolační stav ovládacích prvků. V našem případě jsme na uzemnění naměřili hodnotu 0,1 Ω , a izolační stav ovládacích prvků hodnotu 6 G Ω

Tabulka 7. Naměřené hodnoty přechodového odporu na jednotlivých fázích

	R	I	ΔU
	($\mu\Omega$)	(A)	(mV)
L1	24,1	200	4,82
L2	27,8	200	5,56
L3	24,2	200	4,84



Obrázek 19. Měřicí přístroj MJOLNER 200

Měření při sníženém a ovládacím napětí

Tato zkouška ověřuje funkci spínání při sníženém ovládacím napětí. Ověřujeme schopnost provádět požadované operace vypínače ze záložního zdroje v případě poruchy na rozvodně, nebo z důvodu poklesu napětí na rozvodně. Na rozvodně je takový záložní zdroj soubor baterií. Jelikož baterie mají svou omezenou kapacitu při delší poruše jejich napájení nenahradí dokonale hlavní zdroj. Ovládací stejnoměrné napětí, zapínací a vypínací spouště je 48 V. Na zdroji tedy nastavíme pro vypínací spoušť 70 % U_n a připojíme jej na příslušné napájení ovládacích prvků. Při připojení zhruba 33 V. Poté zkouška zapínací spouště při 80 % U_n . Nastavíme tedy napětí 40,8 V a připojíme. K spínání došlo u obou operací s požadovaným sníženým napětím.

Ověření blokovacího relé „pumpování“

Vypínač obsahuje blokovací relé, které zablokuje vypínač při pokusu znovu zapnutí do poruchy. Tento stav může nastat, když na jeho ovládací cívku přichází trvalý pokyn ZAP i VYP. Kdyby nefungovalo blokovací relé mohl nastat trvalý sled operací ZAP, VYP, ZAP. Při ověřování správné funkce je vypínač ve stavu sepnuto a na ovládací cívku přivádíme stálý zapínací impuls. Dále zašleme současně příkaz VYP, vypínač musí vykonat tuto operaci a nesmí se znovu zapnout. V našem případě blokovací relé zkouše vyhovělo.

Měření spínacích časů

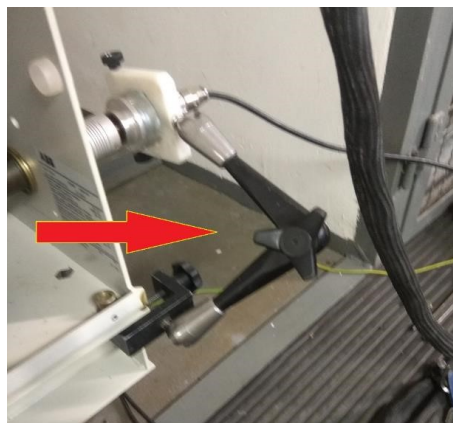
Měření ZAP a VYP časů a jejich současnost spínání mezi jednotlivými fázemi, jsme měřili pomocí přístroje TM 1800. Z přístroje vyvedeme celkově 6 elektrod, které napojíme na každou měřenou fázi. Tyto elektrody připevníme na přívod a vývod jednotlivých fází vypínače. Měření probíhá tak, že na ovládací cívky přivedeme impuls. Měřicí přístroj zaznamenává čas, který uběhne mezi dobou, přivedením ovládacího pulzu a sepnutí nebo rozepnutí hlavních kontaktů. Přístroj TM 1800 na základě toho, jestli zaznamenaná rozeprnutý obvod nebo zkrat vyhodnotí rozeprnutou nebo sepnutou polohu tohoto vypínače. Naměřená hodnota podle kritéria hodnocení u typu vypínače VD4M by se měla pohybovat v rozmezí 50–70 ms v čase zapínacím a $33 < 45$ ms čase vypínací. Měříme čas i mezi dobou ZAP-VYP to je tzv. zapnutí do poruchy. TM 1800

Tabulka 8. Naměřené hodnoty spínacích časů

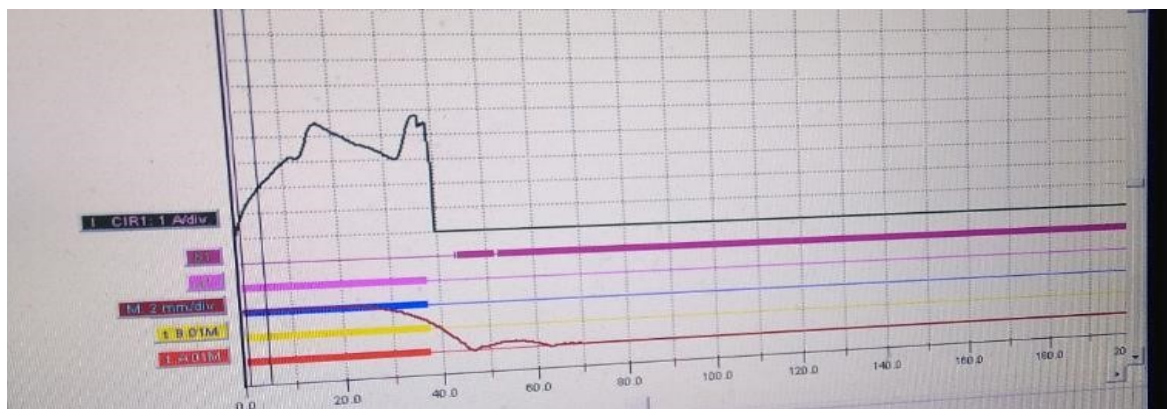
		L1	L2	L3	rozdíl
ZAP.	(ms)	66.075	66.200	66.125	0.125
VYP.	(ms)	37.525	37.550	37.575	0.050
ZAP.- VYP.	(ms)	41.800	41.600	41.825	0,200

Měření pohybu kontaktů

K zjištění pohybu kontaktů využijeme rotační snímač, který připevníme na mechanismus vypínače, tento snímač je vyveden opět z přístroje TM 1800. Poté provedeme některou z operací VYP nebo ZAP. Tento pohyb se zaznamená a vykreslí na časovou osu. Měření provádíme, protože kontakty vypínače jsou nejnamáhavější částí. Působení el. oblouku při zapínání a vypínání musí kontakty odolávat, aniž by při této operaci zvlášť odskakovaly mohlo by dojít k opětovnému zapálení oblouku, proto se měří tento pohyb abychom jej vyhodnotili a zabránili těmto nežádoucím jevům.



Obrázek 20. Připevnění rotačního snímače na mechanismus



Na výsledné vypínací charakteristice jsou modrou, žlutou a červenou zobrazeny vypínací časy jednotlivých fází. Křivka s černou barvou představuje proud procházející vypínací cívkou a křivka s červenou barvou je pohyb kontaktů při vypínání. Na křivce pohybu kontaktů vidíme malé zvlnění při vypnutí, jedná se o náraz do tlumiče. Růžovou a tmavě fialovou barvou jsou znázorněny pomocné kontakty.

Měření vibrací

Při spínání se vykonává mechanický pohyb, který vypudí určité vibrace, zvuky. Křivka vibrací, kterou vyprodukuje tento pohyb se zaznamená na časovou osu v přístroji TM 1800. Tento záznam poté můžeme srovnat buď s křivkou vibrací, která byla změřena na novém vypínači nebo si můžeme hned všimnout výrazného vychýlení. Naměřené křivky by se od sebe neměli moc lišit. Toto měření může odhalit závady, které bychom ostatními metodami nemohli zjistit například uvolnění spojovacích částí, správnou funkčnost hlavního kontaktu, správné doražení do koncové polohy nebo jestli nedojde k odskoku.

Měření probíhá pomocí velmi citlivých mikrofónů, které připojíme na příklady jednotlivých fází vypínače vyvedeny z přístroje TM 1800 a spínáme vypínač.



Obrázek 22. Zaznamenané křivky vibrací při operaci VYP na dsipleji přístroje TM 1800



Obrázek 23. Umístění mikrofonů na přívodech vypínače

Měření proudu motoru

Pomocí klešťového ampérmetru měříme proud motoru do doby natažení pružiny opět z přístroje TM1800. Na začátku měření je přístroj ve vypnutém stavu. Vysláním zapínacího impulzu na ovládací cívku se ve stejnou chvíli začne zaznamenávat křivka proudu protékajícím motorem. Přístroj nám poté vykreslí charakteristiku křivky proudu motoru a změří dobu nastřádání pružiny. Hodnota změřeného proudu byla 5,95 A, doba natažení pružiny byla 10,84 s.

4 Oddělení Elektrické sítě Ostrava

4.1 Vysokonapěťová zkušebna

V areálu oddělení sítě Ostrava u elektrické stanice Fifejdy je zřízena vysokonapěťová zkušebna, kde jsem měl možnost se seznámit s kontrolou a přeměřováním ochranných pomůcek pro zaměstnance. Tato kontrola je prováděna k zajištění maximálního bezpečí osob působících na pracovišti. Vychází se z normy PNE 35 9700, která stanovuje požadavky na zkoušení dielektrických pracovních pomůcek pro distribuční a přenosovou soustavu.

Periodické zkoušky jsou zkoušky, které se provádí na pomůckách pro zjištění jejich aktuálního stavu, a jestli jsou jejich elektrické a mechanické vlastnosti ve stanovených mezích.

Lhůty periodické zkoušky jsou stanoveny dle typu pomůcky, umístění pomůcky a dle roku výroby. O tom, kdy byla naposledy zkoušena daná pomůcka vyčteme z jejího značení samolepící značky, kde je uvedeno rok a čtvrtletí poslední provedení periodické zkoušky a evidenční číslo zkušebny. Tato značka zároveň dokládá že pomůcka vyhovuje požadavkům normy. [9]



Obrázek 24. Samolepící značka periodické zkoušky [9]

4.1.1 Periodická zkouška dielektrických izolačních rukavic

Postup Zkoušky dielektrických izolačních rukavic je v souladu s normou ČSN EN 60 903 ed.2, která platí pro izolační rukavice a palečnice. Rukavice jsou zhotovovány v šesti třídách, které se liší v elektrických vlastnostech. Dále je dělíme podle délky a jmenovitého napětí.

V našem případě se jednalo o rukavice Electrosoft třídy 3 na jmenovité napětí 26,5 kV o délce 410 mm a její svodový proud nesmí překročit 22 mA. Zkušební napětí u těchto rukavic je 30 kV.

Tabulka 9. Zkušební napětí a unikající proud pro jednotlivé třídy rukavic [9]

Třída rukavice	Napětí kontrolní zkoušky (kV) efektivní hodnota	Zkoušky střídavým napětím			
		Unikající proud (mA)			
		Délka rukavice			
		280 mm	360 mm	410 mm	≥460 mm
00	2,5	12	14	N.a.	N.a.
0	5	12	14	16	18
1	10	N.a.	16	18	20
2	20	N.a.	18	20	22
3	30	N.a.	20	22	24
4	40	N.a.	N.a.	24	26

Tabulka 10. Izolační vzdálenost pro jednotlivé třídy rukavic [9]

Třída rukavice	Izolační vzdálenost D pro zkoušku (mm)
	Střídavý proud
00	40
0	40
1	40
2	65
3	90
4	130

Kontrola rukavice začíná nejprve vizuální kontrolou. Zjišťujeme, zda není vidět značné mechanické nebo chemické opotřebení, či jakákoliv nerovnost na povrchu. Dále rukavici opatrně nafoukneme vzduchem k zjištění, zda neobsahuje žádné malinké trhliny. Poté přecházíme k napěťové zkoušce, která se provádí při teplotě vzduchu 23 ± 2 °C. Rukavici naplníme z kohoutku vodou a ponoříme ji do nádoby s vodou o stejných vlastnostech. Ponoříme ji do takové hloubky, aby určitá délka rukavice zůstala nad hladinou. V našem případě se jedná o 90 mm od okraje rukavice. Ta část vyčnívající z vody musí být suchá a čistá. Hladina vody uvnitř rukavice je stejná jako hladina vody v nádobě. Poté zavedeme pomocí kluzné tyče elektrodu, kterou ponoříme do středu rukavice pod hladinu. Voda v nádobě kolem rukavice tvoří druhou elektrodu, na které měříme pomocí miliampéru unikající proud na měřícím stole. Jakmile máme zapojení připravené, uzavřeme měřící oblast a jdeme na testovací část. Zkoušku ovládáme z měřicího stolu, kde zvyšujeme pomalu napětí na požadovanou hodnotu 30 kV. Toto napětí necháme působit po dobu 1 minuty a z miliampéru odečítáme svodový proud. Jestliže dojde k průrazu způsobí jistič, který okamžitě odpojí zapojení od zdroje. U obou zkoušených rukavic byl naměřený svodový proud 9-8 mA. Nepřekročil se limit, a tedy rukavice vyhovují. Přezkoušené rukavice vytáhneme z nádoby a necháme je dokonale vysušit na speciálním věšáku. Poté je řádně označíme pomocí razítka, které dokládá o provedené periodické zkoušce a mohou se nadále využívat. Jestliže dané rukavice nevyhoví kritériím, odstříhne se jim vršek prstu a vyřadí se.



Obrázek 25. Zkušební uspořádání dielektrické rukavice



Obrázek 26. Ovládací stůl pro měření dielektrických rukavic

4.1.2 Periodická zkouška napět'ové zkoušečky vn

Jednalo se o vysokonapět'ovou zkoušečku od výrobce PRO 8, typ 840.024 na jmenovité napětí 25 kV. Zkoušečka napětí je používána na detekci přítomnosti napětí na zařízení vn o kmitočtu 50 Hz. Signalizace napětí na dotykovém hrotu je provedena dvěma způsoby. Jeden způsob je vizuální, kdy se rozblíkají dvě červené vysoce svítivé LED diody. Druhý způsob je rozeznáním akustické sirény.

Zkoušečka je napájena dvěma články typu E23A o napětí 12 V. Zkoušečka také obsahuje elektronický obvod kontroly napájecího zdroje. Jestliže dva články již nemají požadovanou hodnotu napětí stanovenou výrobcem zablokuje se signalizace. Poté při stlačení testovacího tlačítka zkoušečka [17] nesignalizuje. To je pokyn pro výměnu napájecích článků.

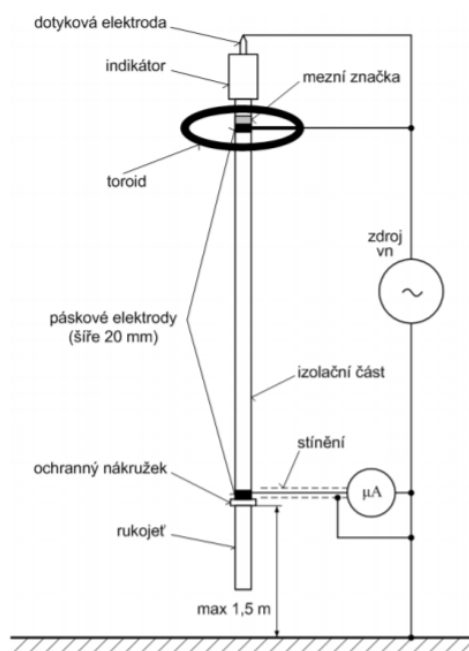
U zkoušečky se provádějí čtyři typy zkoušek:

- Vizuální kontrola
- Napět'ová zkouška izolační části k zjištění švového proudu
- Prahové napětí
- Účinnost kontrolního prvku indikátoru

Pracovník nejprve vizuálně zkontroloval danou zkoušečku, jestliže není nijak mechanicky poškozená (poškrábaná, ohnutá, otlučená)

Napět'ová zkouška

Nejprve byla provedena napět'ová zkouška izolační části. Zkoušečku pracovník zavěsil za její hrot na elektrodu. Její ochranný nákrůžek musí být alespoň 1,5 m nad podlahou. Poté byli připevněny pásové elektrody těsně nad nákrůžkem a na mezní značku zkoušečky. Na pásovou elektrodu u mezní značky musí být připojen i předepsaný toroid kvůli odstínění. Hrot zkoušečky a elektroda u mezní značky jsou propojeny. Miliampér je propojen s elektrodou nad nákrůžkem k zemi. [9]



Obrázek 27. Zkušební uspořádání pro izolační zkoušku [9]

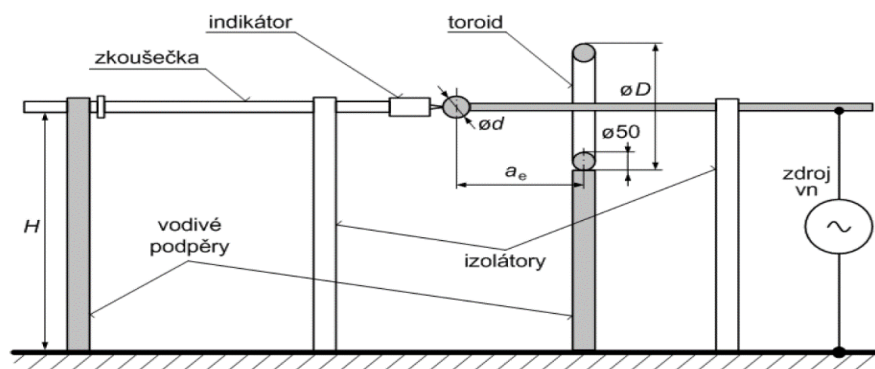
Na zkoušky izolační části zkoušeček se jmenovitým napětím rovným 38,5 kV nebo menším se přiloží zkušební napětí $1,2U_j$. Naše zkoušečka je na jmenovité střídavé napětí 25 kV tedy zkušební napětí je 30 kV. Po zapojení zkoušečky jsme oblast uzavřeli. Poté pracovník pomocí měřicího stolu pomalu zvyšoval na zdroji napětí na požadovanou hodnotu 30 kV. Toto napětí se nechalo působit po dobu jedné minuty. Po dobu jedné minuty se měřil svodový proud na miliampérů na měřicím stole. Měřený proud měl téměř stabilní hodnotu 10 μA . Naměřený proud nesmí překročit mezní hodnotu 50 μA . [9]

Zkouška prahového napětí

Třetí zkouška má odhalit prahové napětí zkoušečky při kterém už signalizuje přítomnost napětí na hrotu. Dle normy by se tato hodnota měla pohybovat v $0,10 U_n \leq U_t \leq 0,45 U_n$. Kde U_n je napětí sítě, pro kterou je zkoušečka navrhována. Pro naši měřenou zkoušečku by se tedy měla hodnota pohybovat od 2,2 kV do 9,9 kV. Po uspořádání zkoušečky dle obr. 29 pracovník zvyšuje velmi pomalu napětí na zkušebním transformátoru a sleduje kdy napěťová zkoušečka začne signalizovat. V našem případě zkoušečka signalizovala při 5,5 kV.

Poslední zkouška spočívá v ověření kontrolního prvku. Ověření se provádí pomocí testovacího tlačítka na zkoušečce. Při zmačknutí tlačítka musí zkoušečka zvukově a vizuálně zapůsobit. [9]

Měřená zkoušečka PRO 8 840.024 vyhověla všem požadavkům. Po periodické zkoušce byla řádně označena samolepicí značkou.



Obrázek 28. Zkušební uspořádání pro zkoušku prahového napětí [9]

4.2 Měřicí vůz

Oddělení sítě Ostrava disponuje měřicími vozy, které slouží k vyhledávání kabelových poruch či diagnostice kabelového vedení. Měl jsem možnost seznámit se s metodami pro vyhledávání kabelové poruchy. Měřicí vůz byl zhotoven firmou Mergger. Jedná se o typ měřicího vozu Centrix city. Kabelový měřicí vůz s centrálním řízením.

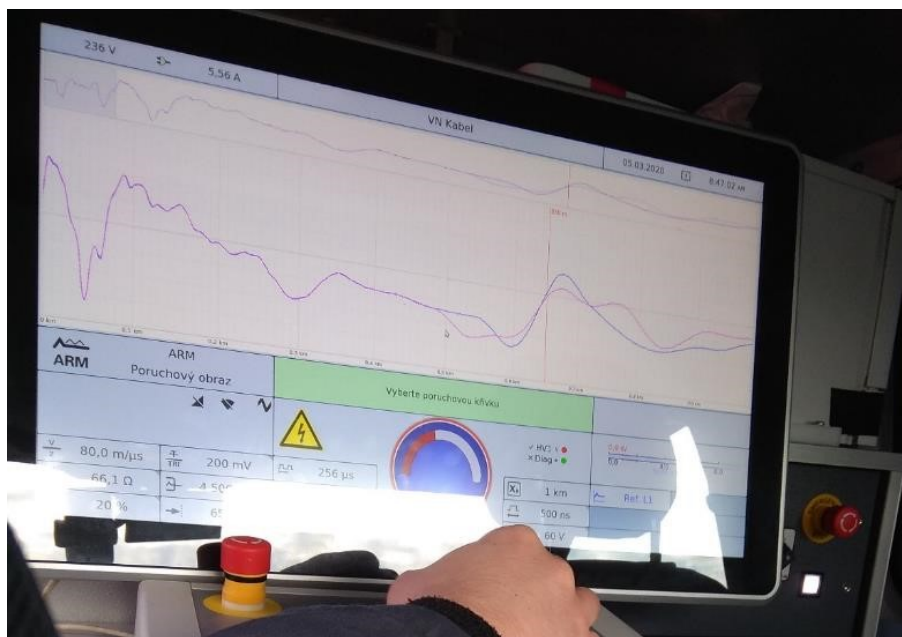
Metody měřicího vozu pro přibližnou lokalizaci kabelové poruchy:

Pulzní reflektometrie (TDR)

Tato metoda se používá zejména pro nízko ohmové kabelové poruchy. Do kabelového vedení je poslán pulz nízkého napětí o vysoké frekvenci. Využívá skutečnosti, že náhlé odchylky charakteristické impedance pro kabel odrážejí část energie vysílané do kabelu. Výsledná zaznamenaná křivka znázorňuje veškeré odchylky charakteristické impedance kabelu. Tato křivka se porovná s průběhem křivky před poruchou z databáze. S porovnáním těchto křivek lze vyčíst případná porucha nebo špatně provedená spojka. [11]

Měření odrazu oblouku (ARM)

Nízkonapěťové impulzy reflektometru se od vysoko ohmové poruchy neodráží dostatečně nebo vůbec. Proto se kombinuje vysokonapěťový proces s pulzní reflektometrií. Tato metoda využívá vytvoření krátkodobého elektrického oblouku v místě poruchy způsobeného vybitím rázového kondenzátoru. Vzhledem k tomu, že porucha po krátkou dobu předpokládá nízko ohmový stav kabelu, její vzdálenost můžeme zjistit po uplynutí této doby pomocí pulzní reflektometrie. Proveďte se 15 měření odrazů ve statickém oblouku vyvolaném zápalným napětím. Z těchto 15 poruchových křivek se vybere nejlepší a porovná se s referenční křivkou. Vyhodnocení místa poruchy umožňuje zřetelně rozpoznat, neboť odraz od hořícího oblouku obvykle zobrazuje výrazné zkroucení křivky v místě poruchy v prováním s referenční křivkou. Metoda ARM se používá pro lokaci vysoko ohmových poruch u výkonných kabelů do 10 km. A u poruch s nízkým zápalným napětím. [11]



Obrázek 29. Srovnávání poruchové a referenční křivky na centrálním ovládacím displeji

Napěťová vazba (DECAY)

Tuto metodu lze použít pro lokalizaci vysoko ohmové poruchy vysokonapěťových kabelů, které lze nabíjet. Kabel se pomocí generátoru stejnosměrného napětí nabíjí na takovou hodnotu, dokud nedosáhne průrazného napětí poruchy. V kapacitě kabelu se nabíjením uložila energie, která se po průrazu vybije, tím vygeneruje přechodovou vlnu, která se šíří od místa poruchy ke zdroji. Vygenerovaná vlna se bude systémem zaznamenávat jako tlumená kmitající napěťová křivka. Z výsledné křivky určíme periodu a určíme vzdálenost poruchy podle vztahu. [11]

$$\text{vzdálenost poruchy} = \text{perioda} \cdot 2 \cdot \text{délka připojovacího kabelu z měřicího vozu}$$

Propalování

Jakmile se nepodařilo lokalizovat poruchu z některých předchozích metod můžeme použít metodu propalování. Používá se u těžko zjistitelných poruch jako jsou vlhké pláště kabelu. Tento děj může převést vysoko ohmovou poruchu až na nízko ohmovou poruchu. Na kabelové poruše se propalovacím zdrojem vytvoří průraz, ke kterému je neustále přiváděn proud, udržující zapálený oblouk. Působení elektrického oblouku by mělo zapříčinit vytvoření vodivého uhlíkového můstku. Případně vlhkost vniknutá do kabelového vedení se odpaří. Tímto by se mohl snížit odpor poruchy a mohla by se lokalizovat příslušnou metodou. Tato metoda se skutečně využívá jen u náročných poruch, jelikož velmi namáhá materiál kabelového vedení. [11]

Přesná lokalizace rázovými vlnami

Po lokalizaci přibližné vzdálenosti místa poruchy. Pracovník vyhledá na mapě trasu tohoto kabelu, a určí kde se porucha přibližně nachází. Na kabelové vedení připojí rázový generátor, který do vadného kabelu přivádí impulzy rázového napětí. Pomocí vybíjení rázového kondenzátoru vzniká v místě poruchy průraz a zapálení napěťového oblouku. Následně zabezpečí místo napojení měřícího vozu a vydá se na místo určení. Vyvolaný akustický hluk přeskoků šířící se v zemi lokalizuje pomocí přijímače DigiPHONE+. Digiphone+ funguje tak že pomocí zemního mikrofonu a senzoru analyzuje časovou prodlevu mezi vytvořeným elektromagnetickým polem a seismickým nebo akustickým rázem. Výsledek této analýzy se zobrazuje na přijímači a navádí pracovníka k místě poruchy. [11]



Obrázek 30. DigiPHONE+



Obrázek 31. Práce s DigiPHONE+

5 Závěr:

Ve výsledné práci jsou rozebrány činnosti, se kterými jsem měl možnost se seznámit. Nejprve jsem popsal základní pojmy jako je ŘPÚ, zajišťování pracoviště a Příkaz B. Poté je výčet pracovních činností, které jsou podrobně popsány, a případně jejich naměřené hodnoty zhodnoceny podle náležitých kritérií.

Během své odborné praxe jsem využil znalosti například z předmětu Elektrické přístroje, které jsem uplatnil na elektrických stanicích při činnostech ŘPÚ rozvodných přístrojů či diagnostice výkonového vypínače. Při postupech a chování se na elektrické stanici jsem využil určité znalosti z předmětu Bezpečnost v elektrotechnice. Při používání měřících přístrojů u diagnostiky či měření přechodových odporů u vypínačů, odpojovačů, zkratovacích souprav jsem uplatnil vědomosti z Elektrického měření. Dále Technika vysokého napětí, která zasahuje téměř do všech činností zde popsaných zejména u vysokonapěťové zkušebny OOPP.

V průběhu odborné praxe mi scházely znalosti zejména v jednotlivých postupech jako je zajišťování pracoviště a činnosti sní spojené, vypisování příkazu B, komunikace s dispečerem a dílčí úkony v postupu zajištění pracoviště. Scházející znalosti v problematice diagnostiky výkonových vypínačů či metody pro určování kabelové poruchy. V průběhu praxe jsem však chybějící informace a zkušenosti dostával od pracovníků ČEZ, kteří ochotně vysvětlili danou problematiku či postup. Odbornou praxi ve společnosti ČEZ Distribuce hodnotím velmi pozitivně. Načerpal jsem zde mnoho zkušeností a nových informací, které můžu uplatnit i v normálním životě.

6 Použitá Literatura:

- [1] ČEZ Distribuce [online]. [cit. 12.1.2020]. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/o-spolecnosti.html>
- [2] PNE 33 0000-3: Revize a kontroly elektrických zařízení přenosové a distribuční soustavy. Vyd.4. 2017.
- [3] Pravidla provozování distribuční soustavy [online]. [cit. 17.3.2020]. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/cs/energeticka-legislativa/pravidla-provozovani-ds/ppds-2020.html>
- [4] Kolektiv autorů. Příručka Elektrikáře, interní materiál ČEZ, a.s.
- [5] PNE 33 0000-6: Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro přenos a distribuci elektrické energie. Vyd. 3. 2016.
- [6] HAVELKA, Otto a kolektiv., Elektrické přístroje, SNTL/Alfa, Praha/Bratislava, 1985, 440 s, ISBN 04-529-85.
- [7] HELŠTÝN, D.; KAČOR, P.; HYTKA, Z.: Elektrické přístroje spínací ochranné a jistící – Regionální centrum celoživotního vzdělávání Ostrava 2003, ISBN 80-248-0315-1
- [8] User guide – MOM690A [online]. [cit. 10.3.2020]. Dostupné z: <https://megger.com/micro-ohmmeter-with-on-board-test-control-mom690a>
- [9] PNE 35 9700: Dielektrické pracovní pomůcky pro běžné použití v distribuční a přenosové soustavě. Vyd.5. 2018
- [10] User guide – Digiphone+ [online]. [cit. 11.3.2020]. Dostupné z: <https://megger.com/cable-fault-pinpointer-digiphone>
- [11] User guide – CENTRIX CITY [online]. [cit. 17.3.2020]. Dostupné z: <https://megger.com/compact-fully-equipped-cable-fault-location-test-and-diagnostic-systems-city-series>
- [12] LOGO ČEZ Distribuce a. s. [online]. [cit. 15.2.2020]. <https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-media/loga.html>
- [13] PNE 38 1981: Osobní ochranné prostředky a pracovní pomůcky pro elektrické stanice distribučních soustav a přenosové soustavy Vyd.4. 2019
- [14] Teorie a praxe v elektrotechnice – Zkratování [online]. [cit. 10.4.2020]. Dostupné z: <http://www.elektro-energetika.cz/odkazy.php?language=&vyber=odborne>
- [15] Vakuové vypínače vn ABB [online]. [cit. 5.3.2020]. Dostupné z: <http://www.sg-brno.cz/images/VD4.pdf>
- [16] User guide – Vidar – vacuum interrupter tester [online]. [cit. 5.5.2020]. Dostupné z: <https://us.megger.com/vacuum-interrupter-tester-vidar-1>
- [17] Katalog – PRO8 [online]. [cit. 5.3.2020]. Dostupné z: <http://www.pro8.cz/cs/produkty/zkousecky/31-zkousecka-vn-vvn-s-kombinovanou-signalizaci-venkovni.html>